



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101971460 B

(45) 授权公告日 2013. 08. 07

(21) 申请号 200980108740. 4

H02K 21/14(2006. 01)

(22) 申请日 2009. 03. 12

H02K 29/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

H02K 5/16(2006. 01)

2008-063685 2008. 03. 13 JP

审查员 兰霞

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 13

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/001112 2009. 03. 12

(87) PCT申请的公布数据

W02009/113311 JA 2009. 09. 17

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪

(72) 发明人 水上裕文 渡边彰彦

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

公司 11322

代理人 龙淳

(51) Int. Cl.

H02K 1/28(2006. 01)

H02K 1/22(2006. 01)

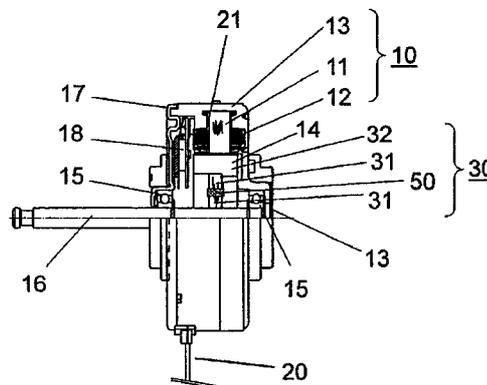
权利要求书1页 说明书13页 附图10页

(54) 发明名称

电动机以及具备该电动机的电气设备

(57) 摘要

本发明的电动机具备:包括缠绕了绕组的定子铁芯(11)的定子;包括与定子相对并沿着周向保持了多个永久磁铁(32)的旋转体(30)和以贯通旋转体(30)的中央的方式连接旋转体(30)的轴(16)的转子;支撑轴(16)的轴承(15);以及固定轴承(15)的轴承架(17),在轴(16)与旋转体(30)的外周之间设置有电介质层(50)。



1. 一种电动机,其特征在于,是用绝缘树脂的铸模材料对定子进行铸模成形的电动机,包括:

所述定子,具有缠绕了绕组的定子铁芯,用所述铸模材料进行铸模成形;

转子,具有与所述定子相对并沿着周向保持有多个永久磁铁的旋转体和贯通所述旋转体的中央的一个轴;

轴承,支撑所述轴;以及

轴承架,固定所述轴承,

在所述旋转体的内周侧与外周侧之间设置有电介质层,使定子侧的阻抗与转子侧的阻抗近似。

2. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于:

所述电介质层是防止电腐蚀用的绝缘物。

3. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于:

所述电介质层是绝缘树脂。

4. 根据权利要求3所述的电动机,其特征在于:

所述电介质层是间规聚苯乙烯树脂。

5. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于:

所述电介质层以围绕所述轴的周围的方式设置。

6. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于:

所述旋转体具有构成外周部的外侧铁芯、与构成被连接于所述轴的内周部的内侧铁芯、和所述电介质层,

所述外侧铁芯与所述内侧铁芯借助所述电介质层加以连接。

7. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于:

所述电介质层以使其内侧与外侧绝缘分离的方式配置。

8. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于:

所述电介质层包括空孔部。

9. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于:

所述电介质层具有组合了径向宽度不同的多种圆弧的形状。

10. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于:

所述转子旋转自由地配置在所述定子的内周侧。

11. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于:

设置有所述电介质层,以使得所述定子铁芯与所述轴之间的阻抗变高。

12. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于:

使驱动时的所述轴承的外圈与内圈的电位差小于等于10V。

13. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于:

使地线与所述轴之间的阻抗大于等于400k Ω 。

14. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于:

使地线与所述轴之间的阻抗大于等于520k Ω 。

15. 一种电气设备,其特征在于:

搭载了权利要求1至14的任一项所述的电动机。

电动机以及具备该电动机的电气设备

技术领域

[0001] 本发明涉及电动机,特别是涉及为防止发生轴承的电腐蚀而改良了的电动机。

背景技术

[0002] 近年来,电动机采用通过脉宽调制(Pulse Width Modulation)方式(以下,称为PWM方式)的逆变器进行驱动的方式的情况越来越多。在这样的PWM方式的逆变器驱动的情况下,由于绕组的中性点电位不为零,因此在轴承的外圈与内圈之间发生电位差(以下,称为轴电压)。轴电压包括由开关动作引起的高频成分,如果轴电压达到轴承内部的油膜的绝缘破坏电压,则在轴承内部流过微小电流,在轴承内部发生电腐蚀。在进行了电腐蚀的情况下,在轴承内圈或者轴承外圈或者轴承滚珠中发生波形磨损现象,以至于有时发出异常声音,成为电动机的不良状况的主要原因之一。

[0003] 一直以来,为了防止电腐蚀,考虑以下的对策。

[0004] (1) 使轴承内圈与轴承外圈处于导通状态。

[0005] (2) 使轴承内圈与轴承外圈处于绝缘状态。

[0006] (3) 降低轴电压。

[0007] 作为上述(1)的具体方法,可以例举使轴承的润滑剂具有导电性的情况。但是,导电性润滑剂存在随着时间的经过,导电性恶化或者缺少滑动可靠性等课题。另外,也考虑在轴中设置刷,成为导通状态的方法,但是该方法也存在刷磨损粉或者需要空间等课题。

[0008] 作为上述(2)的具体方法,可以例举把轴承内部的铁珠变更成陶瓷珠。虽然这种方法的防电腐蚀的效果非常高,但是存在成本高的课题,不能在通用的电动机中采用。

[0009] 作为上述(3)的具体方法,当前已知通过使定子铁芯与轴承架短路,改变静电容量,降低轴电压的方法。(例如,参照专利文献1)。

[0010] 而把静电容量与电阻并联连接时的阻抗用 $Z = 1/j\omega C + R$ 的关系式表示。这里, Z 表示阻抗, j 表示虚数, ω 表示角频率, C 表示静电容量, R 表示电阻。如从该式所知,如果静电容量变大或者电阻变小则阻抗变小。另外,反之如果静电容量变小或者电阻变大则阻抗变高。

[0011] 在专利文献1中,通过使定子铁芯与轴承架短路,降低定子一侧的阻抗,由此防止轴承的电腐蚀。

[0012] 即,一般在洗衣机或者餐具清洗干燥机等的水环境中使用,有可能触电的电动机除去充电部分的绝缘(以下,称为基础绝缘)以外,需要添加独立的绝缘(以下,称为附加绝缘)。另一方面,在除此以外的空调室内机、空调室外机、热水器、空气清洁器等中使用的电动机由于没有触电的可能,因此不需要附加绝缘。从而,在空调室内机、空调室外机、热水器、空气清洁器等中使用的电动机由于没有使转子成为绝缘构造,因此转子一侧(轴承内圈一侧)处于阻抗低的状态。与此相对,由于定子一侧(轴承外圈一侧)成为绝缘构造,因此处于阻抗高的状态。这种情况下由于轴承内圈一侧的电位高,而轴承外圈一侧的电位相对低,因此成为不平衡状态,发生高的轴电压。而且,有可能由这种高的轴电压在轴承中发

生电腐蚀。

[0013] 为了避免这种状态,专利文献 1 采用通过使定子铁芯与轴承架短路,如上述那样降低定子一侧(轴承外圈一侧)的阻抗,使其近似转子一侧(轴承内圈一侧)的阻抗的方法。

[0014] 而专利文献 1 那样的现有方法存在以下的课题。即,现有的方法由于是短路的方法,因此不能进行阻抗的调整,根据转子的磁铁材质或者构造,有时轴电压升高。另外,作为其它的课题,由于是降低阻抗的方法,因此可以例举是在轴承内圈与轴承外圈之间长时为电压高的状态下保持平衡的状态。这种状态的情况下,根据电动机的使用环境或者定子与转子的安装精度分散性等,一旦阻抗的平衡破坏,则轴电压反而升高,易于发生电腐蚀的情况也是具有可能的。

[0015] 如上所述,依据本发明的电动机,由于能够提高转子一侧(轴承内圈一侧)的阻抗,使其近似于定子一侧(轴承外圈一侧)的阻抗,能够取得轴承内圈一侧与轴承外圈一侧的高频电位的平衡,因此能够提供防止了轴承中的电腐蚀发生的电动机以及具备该电动机的电气设备。

[0016] [专利文献 1] 日本特开 2007-159302 号公报

发明内容

[0017] 本发明的电动机具备:包括缠绕了绕组的定子铁芯的定子;包括与定子相对,沿着周向保持了多个永久磁铁的旋转体和把旋转体连接成贯通其旋转体中央的轴的转子;支撑轴的轴承;以及固定轴承的轴承架。在轴与旋转体的外周之间设置有电介质层。

[0018] 另外,该电介质层是防止电腐蚀用的绝缘物。

[0019] 根据这样的结构,通过设置在轴与旋转体的外周之间电介质层,在低阻抗的转子中,成为等效地串联连接了由电介质层产生的静电容量的结构,能够提高转子侧的阻抗。这样,如果转子侧的阻抗升高,则能够使其与作为高阻抗的定子侧的阻抗近似。其结果,能够取得平衡以使轴承内圈侧与轴承外圈侧的高频电位相等。这样,能够减少轴承内圈与外圈之间的电位差。从而,能够防止发生由 PWM 等的高频波产生的轴承的电腐蚀。另外,通过改变电介质层的宽度或者材料,能够改变静电容量。由此,还能够最佳地设定转子侧的阻抗。另外,所谓电介质层,指的是使电介质的介电常数以及厚度或者与电介质接触的导电物(电极)表面积按照意向变化的层,希望使介电元件存在于轴与旋转体之间。

[0020] 另外,本发明的电动机的电介质层例如是间规聚苯乙烯树脂那样的绝缘树脂。

[0021] 通过在绝缘树脂中使用间规聚苯乙烯(以下称为 SPS)树脂,能够实现低介电常数。由此,即使绝缘树脂的厚度小,也能够进一步提高转子侧的阻抗。

[0022] 另外,本发明的电动机构成为电介质层以在轴与旋转体之间围绕轴的周围的方式设置。

[0023] 另外,本发明的电动机构成为电介质层以在旋转体的内周一侧与外周一侧之间围绕轴的周围的方式设置。

[0024] 另外,本发明的电动机的旋转体具有构成外周部分的外侧铁芯、与轴连接的构成内周部分的内侧铁芯、以及电介质层,外侧铁芯与内侧铁芯经过电介质层加以连接。

[0025] 根据做成这样的结构,能够成为可容易地制造的旋转体的构造,因此能够提高转

子的生产性。

[0026] 另外,本发明的电动机也可以将电介质层配置成绝缘分离其内侧与外侧。

[0027] 另外,本发明的电动机的电介质层也可以包括空孔部。

[0028] 这样,通过在电介质层的一部分中形成作为空孔部的空气层或者空孔,能够实现低介电常数化,能够进一步提高转子侧的阻抗。

[0029] 另外,本发明的电动机的电介质层也可以是组合了径向宽度不同的多种圆弧的形状。

[0030] 另外,本发明的电动机是转子旋转自由地配置在定子内周侧的结构。

[0031] 另外,本发明的电动机设置电介质层,使得定子铁芯与轴之间的阻抗高,使驱动时的轴承的外圈与内圈的电位差小于等于10V。另外,本发明的电动机使电源导线与轴之间的阻抗为大于等于400k Ω ,或者大于等于520k Ω 。

[0032] 另外,本发明的电气设备搭载了上述的电动机。

附图说明

[0033] 图1是表示了本发明实施方式1中的无刷电动机的剖面的构造图。

[0034] 图2是模式地表示了该电动机的主要部分的图。

[0035] 图3是表示了该电动机的旋转体的具体结构例的图。

[0036] 图4是表示了该电动机的旋转体的具体的其它结构例的图。

[0037] 图5是表示了该电动机的转子的其它结构例的图。

[0038] 图6是表示在实施例1中使用的无刷电动机的转子的剖面的图。

[0039] 图7是表示实施例1的轴电压的测量方法的图。

[0040] 图8是表示全部波形变形的一个例子的图。

[0041] 图9是表示部分波形变形的一个例子的图。

[0042] 图10是表示没有波形变形的一个例子的图。

[0043] 图11是表示实施例2的轴电位的测量方法的图。

[0044] 图12是表示加厚了绝缘的树脂厚度时的轴电压的波形的图。

[0045] 图13是模式地表示作为本发明实施方式2中的电气设备的例子的空调室内机的结构的模式图。

[0046] 符号说明

[0047] 10:定子

[0048] 11:定子铁芯

[0049] 12:定子绕组

[0050] 13:绝缘树脂

[0051] 14:转子

[0052] 15:轴承

[0053] 16:轴

[0054] 17:轴承架

[0055] 18:印刷电路板

[0056] 20:接地线

- [0057] 21 :树脂 (绝缘体)
- [0058] 30 :旋转体
- [0059] 31 :转子铁芯
- [0060] 31a :外侧铁芯
- [0061] 31b :内侧铁芯
- [0062] 32 :磁铁
- [0063] 40 :空隙 (空孔部分)
- [0064] 50 :电介质层
- [0065] 110、111 :导线
- [0066] 112 :导电性条带
- [0067] 120 :差动探测器
- [0068] 130 :数字示波器
- [0069] 140 :绝缘变压器
- [0070] 150 :被动探测器
- [0071] 201 :无刷电动机
- [0072] 210 :空调室内机
- [0073] 212 :横流式风扇
- [0074] 213 :电动机驱动装置

具体实施方式

[0075] 以下,使用图面说明本发明的电动机以及具备了该电动机的电气设备。

[0076] (实施方式 1)

[0077] 图 1 是表示了本发明实施方式 1 中的电动机的剖面的构造图。在本实施方式中,例举在作为电气设备的空调用中搭载,用于驱动送风扇的无刷电动机的电动机的一个例子进行说明。另外,在本实施方式中,例举转子旋转自由地配置在定子的内周一侧的内转子型电动机的例子进行说明。

[0078] 图 1 中,通过用作为用于铸模一体成形的铸模材料的绝缘树脂 13 对缠绕有定子绕组 12 的定子铁芯 11 进行铸模成形,构成定子 10。另外,在定子铁芯 11 与定子绕组 12 之间,存在对定子铁芯 11 进行绝缘的作为绝缘体的树脂 21。

[0079] 在定子 10 的内侧,借助空隙插入转子 14。转子 14 有包括转子铁芯 31 的圆板状的旋转体 30、贯通旋转体 30 的中央并用于连接旋转体 30 的轴 16。转子铁芯 31 面对定子 10 的内周一侧,沿周向保持有多个永久磁铁。图 1 中,表示一体地形成了转子铁芯 31 和作为永久磁铁的铁氧体树脂磁铁 32 的结构例。这样,配置成定子 10 的内周一侧与旋转体 30 的外周一侧相对。

[0080] 在转子 14 的轴 16 上,安装支撑轴 16 的 2 个轴承 15。轴承 15 是有多个铁珠的轴承。2 个轴承 15 的一个固定在铸模一体成形的绝缘树脂 13 上,另一个固定在金属制的轴承架 17 上。根据以上那样的结构,轴 16 由 2 个轴承 15 支撑,转子 14 旋转自由地旋转。

[0081] 进而,在该无刷电动机中,在内部装有安装了驱动电路的印刷电路板 18。在将该印刷电路板 18 安装在内部以后,通过将轴承架 17 压入到定子 10 中,形成无刷电动机。另

外,在印刷电路板 18 上连接施加绕组的电源电压、控制电路的电源电压以及控制电压的导线和控制电路的接地线 20。

[0082] 而且,在本实施方式中,特征是在轴 16 与旋转体 30 的外周之间的旋转体 30 上,设置了电介质层 50。

[0083] 图 2 模式地表示了图 1 所示的无刷电动机的主要部分。如图 2 所示,在旋转体 30 的最外周部配置铁氧体树脂磁铁 32,进而,朝向内周一侧,顺序配置构成转子铁芯 31 的外侧铁芯 31a、电介质层 50、构成转子铁芯 31 的内侧铁芯 31b。另外,电介质层 50 是用绝缘树脂形成的层。在本实施方式中,作为防止电腐蚀用设置这样的电介质层 50。图 2 中,表示了电介质层 50 在旋转体 30 的内周一侧与外周一侧之间形成为围绕轴 16 的周围那样的环形的一个例子。旋转体 30 是这样一体地形成了铁氧体树脂磁铁 32、外侧铁芯 31a、形成电介质层 50 的绝缘树脂以及内侧铁芯 31b 的结构。另外,在内侧铁芯 31b 的内周的连接部 51,旋转体 30 与轴 16 连接。由此,构成由轴承 15 支撑了的转子 14。

[0084] 在旋转体 30 中,电介质层 50 是由作为绝缘物的绝缘树脂形成的层,将外侧铁芯 31a 与内侧铁芯 31b 串联地进行绝缘分离。另一方面,电介质层 50 用有规定介电常数的绝缘树脂形成,高频电流能够流过外侧铁芯 31a 与内侧铁芯 31b 之间。

[0085] 而在没有设置这种电介质层 50 的情况下,如上所述,以定子铁芯为基准的轴承架之间的阻抗高,反之,与旋转体电连接的轴之间的阻抗低。对于有这样阻抗成分的等效电路,流入从定子铁芯等发生的脉宽调制的高频电流。从而,在与轴承架电连接的轴承的外圈与轴承内圈一侧的轴之间产生由高频电流引起的电位差。

[0086] 在本实施方式中,通过在阻抗低的转子 14 的旋转体 30 中设置图 2 表示的电介质层 50,提高转子 14 的阻抗,使得与轴承架 17 一侧的阻抗近似。即,通过在外侧铁芯 31a 与内侧铁芯 31b 之间设置电介质层 50,转子 14 成为等效地串联连接基于电介质层 50 的静电容量的结构,能够提高转子 14 的阻抗。即,通过提高转子 14 的阻抗,从转子 14 流向轴 16 的高频电压降增大。而且,由此根据高频电流能够降低在轴 16 中发生的电位。基于这样的原理,本实施方式的无刷电动机减少电连接在轴承架 17 上的轴承 15 的外圈与轴承 15 的内圈一侧的轴 16 之间的由高频电流引起的电位差。从而,轴承内圈与轴承外圈之间始终是电位低的状态,成为减少其电位差那样保持了平衡的状态,由此,防止轴承中电腐蚀的发生。

[0087] 另外,由于通过改变电介质层 50 的宽度或材料,能够使静电容量可变,因此能够最适当地设定转子 14 一侧的阻抗。即,通过降低形成电介质层 50 的绝缘树脂的介电常数、增大绝缘树脂的厚度(电极间距离)或者减小电极面积等,能够降低电介质层 50 的静电容量。而且,通过这样降低基于电介质层 50 的静电容量,能够提高转子 14 的阻抗。

[0088] 另外,作为形成电介质层 50 的绝缘树脂,通过使用间规聚苯乙烯(以下,称为 SPS)树脂,能够实现低介电常数化。由此,即使绝缘树脂的厚度小,也能够进一步提高转子 14 的阻抗。即,一般在电动机的绝缘树脂中使用的树脂使用在聚丁烯对苯二甲酸酯(以下,称为 PBT)树脂或者聚对苯二甲酸乙酯(以下,称为 PET)树脂等中用玻璃纤维等无机充填剂强化了树脂,该材料的介电常数为大约 3.5 左右。而 SPS 树脂的介电常数在非强化品中是 2.6,在强化品中是 2.8,是比一般的树脂还低的介电常数。从而,在构造上限制绝缘树脂厚度的上限,在 PBT 树脂等中阻抗低而不充分的情况下,通过使用 SPS 树脂,能够减小静电容量。

[0089] 进而,如图 2 所示,通过做成由电介质层 50 分离为外侧铁芯 31a 和内侧铁芯 31b 那样的旋转体 30 的结构,在制造工艺中,能够在没有轴 16 的状态下,一体形成转子铁芯和绝缘树脂。从而,与设置轴与转子铁芯之间的电介质层的构造相比较,图 2 表示的构造能够在没有轴的状态下成形旋转体 30,能够提高生产性。另外,如果是图 2 表示的构造,则即使轴 16 的品种改变,也能够通过铆入或压入轴 16 进行固定,因此容易对应品种切换,由此也能够提高生产性。

[0090] 图 3 以及图 4 表示了本发明实施方式中的无刷电动机的旋转体的具体结构例。图 3 以及图 4 表示从上面观察旋转体的结构例。图 3 以及图 4 表示的旋转体如在各图中所示,在外侧铁芯 31a 与内侧铁芯 31b 的径向之间,具有组合了径向宽度不同的多种圆弧那样形状的电介质层 50。即,电介质层 50 是至少在外周一侧和内周一侧的任一侧,重复凸的突起形和凹的突起形的环形形状。另外,外侧铁芯 31a 和内侧铁芯 31b 与这种形状的电介质层 50 嵌合。

[0091] 如图 2 所示,在将电介质层 50 做成完全的环形形状的情况下,有可能发生旋转时的空转。相对于此,通过形成图 3 以及图 4 表示的电介质层 50 的形状,成为将用于防止空转的突起插入到电介质层 50 与铁芯之间的构造,在防止空转的同时能够提高旋转强度。在更具体的例子中,分别在外侧铁芯 31a 以及内侧铁芯 31b 上设置各突起,使得用于防止空转的突起为相互相对的位置。

[0092] 另外,图 4 表示的旋转体表示电介质层 50 在其一部分区域中包括空气层或者空孔那样的作为空隙 40 的空孔部分的结构例。图 4 表示的旋转体在厚壁的部分中设置空隙 40,使得不会因空隙 40 的影响而使外侧铁芯 31a 和内侧铁芯 31b 的保持强度的降低变大。另外,在 4 个位置设置均等而且同一形状的空隙 40,使得旋转中的非平衡不会变大。而由于空气的介电常数是 1 左右,因此与绝缘树脂相比较非常小。从而,在构造上限制绝缘树脂厚度的上限,而且即使使用 SPS 树脂,转子一侧(轴承内圈一侧)的阻抗也较低,轴电压较高的情况下,或者在绝缘树脂的使用量大而成为高成本的情况下,通过在绝缘树脂的一部分中形成空气层或者空孔,能够减小静电容量,能够进一步提高转子一侧(轴承内圈一侧)的阻抗。

[0093] 图 5 表示了本发明实施方式中的无刷电动机的转子的其它结构例。

[0094] 图 5 表示的旋转体 30 在最外周部分上配置铁氧体树脂磁铁 32,进而,朝向内周一侧,顺序配置转子铁芯 31、用绝缘树脂形成的电介质层 50。图 5 表示的旋转体 30 是这样一体地形成了铁氧体树脂磁铁 32、转子铁芯 31、形成电介质层 50 的绝缘树脂的构造。另外,在电介质层 50 的内周的连接部 51,旋转体 30 与轴 16 连接。即,是旋转体 30 借助电介质层 50 与轴 16 连接的结构。转子 14 可以是这样的结构,成为在转子铁芯 31 与轴 16 之间串联连接基于电介质层 50 的静电容量的结构,能够提高转子 14 的阻抗。

[0095] 以下,使用实施例更具体地说明本发明。另外,本发明并不是限定于以下的实施例,只要不变更本发明的宗旨,不是被这些实施例所限定的。

[0096] (实施例 1)

[0097] 图 6 表示在本实施例 1 中使用的无刷电动机的转子的剖面。如图 6 所示,通过电介质层 50 将转子铁芯 31 与轴 16 之间绝缘。

[0098] 通过使转子铁芯 31 的内径变化,测量使形成电介质层 50 的绝缘树脂的厚度变化

了时的轴电压。绝缘树脂材料以介电常数 3.6 的 PBT 树脂和介电常数 2.8 的 SPS 树脂的两种实施。另外,测量以使用同一定子,改变各个转子的方法实施了测量。在轴承中使用了ミネベア (MINEBEA) 制 608 (润滑脂使用浓度 239 的材料)。

[0099] 图 7 表示本实施例 1 的轴电压的测量方法。在轴电压测量时,使用直流稳压电源,使绕组的电源电压 Vdc 为 391V,控制电路的电源电压 Vcc 为 15V,在转数 1000r/min 的同一运转条件下进行了测量。另外,转数通过控制电压 Vsp 调整,运转时的无刷电动机姿态为轴水平。

[0100] 轴电压的测量通过数字示波器 130 (テクトロニクス制 DP07104) 和高电压差动探测器 120 (テクトロニクス制 P5205),观测电压波形,进行是否发生波形变形的确认,将峰一峰间的测量电压作为轴电压。

[0101] 另外,关于轴电压的波形变形,按照全部波形变形、一部分波形变形、没有波形变形的 3 种进行了区分。

[0102] 图 8 到图 10 表示这种波形变形的一个例子,图 8 表示全部波形变形,图 9 表示一部分波形变形,图 10 表示没有波形变形时的波形。图 8 到图 10 中,测量时的横轴时间采用 50 μ s/div 的同一条件。另外,数字示波器 130 用绝缘变压器 140 绝缘。

[0103] 另外,高压差动探测器 120 的 + 侧 120a 借助长度大约 30cm 的导线 110,使导线的导体形成为内径大约 15mm 的环形,使其内周导电接触轴 16 的外周,由此与轴 16 电连接。高压差动探测器 120 的一侧 120b 借助长度大约 30cm 的导线 111,使导线 111 的顶端用导电性胶带 112 导电接触到轴承架 17 上,由此与轴承架 17 电连接。通过这样的结构,实施作为轴承架 17 与轴 16 之间的电压的轴电压的测量。

[0104] (比较例 1)

[0105] 在与图 6 相同形状的转子中,使用转子铁芯 31 与轴 16 之间没有被绝缘的构件,以与实施例 1 相同的方法测量了轴电压。

[0106] 表 1 表示实施例 1 和比较例 1 的测量结果。

[0107] [表 1]

[0108]

			比较例 1	实施例 1						
树脂厚			没有树脂 (0mm)	0.2mm	0.5mm	0.75mm	1.0mm	2.0mm	2.5mm	3.5mm
PBT 树脂	轴电 位	V	35.2	9.9	7.9	6.2	5.9	2.7	3.0	3.1
	波形 状态		全部波 形变形	部分 波形 变形	部分 波形 变形	没有 波形 变形	没有 波形 变形	没有 波形 变形	没有 波形 变形	没有 波形 变形
SPS 树脂	轴电 位	V	—	8.4	5.9	3.7	3.4	3.5	3.5	3.3
	波形 状态		—	部分 波形 变形	没有 波形 变形	没有 波形 变形	没有 波形 变形	没有 波形 变形	没有 波形 变形	没有 波形 变形

[0109] 如从表 1 所明确的那样,通过设置电介质层 50,能够降低轴电压。进而,如果轴电压小于等于 10V,则波形变形(轴承内部的油膜的绝缘破坏电压)的次数极度减少,能够进一步提高防止发生轴承电腐蚀的效果。另外,通过加厚绝缘厚度,轴电压下降,在小于等于 6.5V 的区域中由于没有波形变形,因此能够进一步抑制发生轴承的电腐蚀。进而,通过在绝缘材料中使用 SPS 树脂,还能够与使用了 PBT 树脂的情况相比较,在相同的绝缘厚度下成为低轴电压。

[0110] (实施例 2)

[0111] 在实施例 2 中,利用与实施例 1 相同的无刷电动机实施了阻抗的测量。

[0112] 阻抗的测量使用エヌエフ电路设计ブロック制的 LCR 仪表 ZM2353 以及试验导线 2325A,测量了绕组的电源电压 Vdc 的导线与轴 16 之间的阻抗。另外,测量在未旋转的状态下,无刷电动机姿态取为轴水平,测量条件是电压 1V,频率 10kHz,实施了测量。

[0113] 另外,为了确认运转中的阻抗状态,测量了运转中的轴电位。

[0114] 图 11 表示本实施例 2 的轴电位的测量方法。运转状态以及条件与实施例 1 相同,轴电位的测量用数字示波器 130(テクトロニクス制 DP07104)和被动探测器 150(テクトロニクス制 P6139A),观测电压波形,把峰一峰之间的测量电压作为轴电压。

[0115] 测量时的横轴时间与实施例 1 相同,采用 $50 \mu\text{s}/\text{div}$ 的同一条件,数字示波器 130 用绝缘变压器 140 绝缘。

[0116] 另外,被动探测器 150 的探测器侧 150a 借助长度大约 30cm 的导线 110,将导线的导体做成直径大约 15mm 的环形,使其内周导电接触轴 16 的外周,由此与轴 16 电连接。被动探测器 150 的接地侧 150b 连接到在绕组的电源电压 Vdc 的电源中使用的稳压电源的地线,实施了测量。通过这样的结构,实施了作为绕组的电源电压 Vdc 的地线与轴 16 之间的电位的轴电位的测量。

[0117] (比较例 2)

[0118] 在与图 6 相同形状的转子中,使用转子铁芯 31 与轴 16 之间没有被绝缘的构件,按照与实施例 2 同样的方法测量了阻抗和轴电位。

[0119] 表 2 表示实施例 2 和比较例 2 的测量结果。

[0120] [表 2]

[0121]

			比较例 2	实施例 2						
树脂厚			没有树脂	0.2mm	0.5mm	0.75mm	1.0mm	2.0mm	2.5mm	3.5mm
PBT 树脂	阻抗	K Ω	227	434	455	467	486	506	524	537
	轴电 位	V	170	121	114	112	110	108	104	102
SPS 树脂	阻抗	K Ω	—	446	469	490	516	536	543	554
	轴电 位	V	—	117	112	108	108	102	102	106

[0122] 如从表 2 所明确的那样,通过把转子做成绝缘构造,能够使转子的阻抗大于等于 400kΩ。另外,通过把 PBT 树脂置换为 SPS 树脂,能够提高相同厚度的阻抗。即,在通过绝缘树脂将用树脂绝缘了的定子铁芯与定子绕组进行铸模一体成形的铸模电动机的情况下,地线与轴承架之间(定子侧)的阻抗是 500kΩ 左右,因此,通过使地线与轴的阻抗大于等于 400kΩ,而与地线与轴承架之间(定子侧)的阻抗接近,从而,能够降低轴电压。

[0123] 轴电位也与阻抗相同,通过使转子成为绝缘构造,能够降低轴电位。另外,相同厚度中的轴电位也同样,能够通过将 PBT 树脂置换为 SPS 树脂而降低。

[0124] (实施例 3)

[0125] 在实施例 1 的测量中,将差动探测器 120 的 + 侧 120a 连接到轴 16(轴承内圈),将一侧 120b 连接到轴承架 17(轴承外圈)。由于图 8 到图 10 中记载的电压波形是朝上的,因此可知轴 16(轴承内圈)侧的电位比轴承架 17(轴承外圈)侧高。从而,能够判断为电流的方向是从轴承内圈侧流向轴承外圈侧。

[0126] 图 12 表示加厚了绝缘的树脂厚度时的轴电压的波形。如图 12 所示,通过加厚绝缘的树脂厚度,轴电压的波形朝下,即,与图 8 到图 10 的情况相反地变化。轴电压的波形朝下的情况能够判断为电流的方向是从轴承外圈侧流向轴承内圈侧。电压波形的方向发生变化能够判断为是通过加厚转子 14 的绝缘厚度,转子 14 一侧的阻抗升高,成为比定子 10 一侧的阻抗高的状态。

[0127] 另外,为了确认利用上述绝缘规格的电腐蚀防止效果,准备绝缘厚度 0.2mm、1.0mm、2.0mm 以及 2.5mm 的同一规格的无刷电动机,用电腐蚀耐久实验实施了抑制电腐蚀的效果确认。

[0128] 另外,电腐蚀耐久实验在绕组的电源电压 Vdc 为 391V,控制电路的电源电压 Vcc 为 15V,控制电压 Vsp 为 3V,转数为 1000r/min,无刷电动机姿态为轴水平,环境温度为 10℃并且无负荷的条件下,实施了实验。

[0129] 另外,为了比通常加速电腐蚀,在输出轴一侧(基板一侧)安装了仅使轴承的 7 个铁珠中的 1 个为铁珠,其余为陶瓷珠的特殊的轴承。反输出轴一侧(铸模树脂一侧)为了成为完全的绝缘状态,安装了陶瓷珠规格的轴承。

[0130] 另外,电腐蚀的判定在听觉中的异常和确认了轴承内部的波状磨损的时刻,判断电腐蚀寿命。

[0131] (比较例 3)

[0132] 在与图 6 相同形状的转子中,使用转子铁芯 31 与轴 16 之间没有被绝缘的构件,以与实施例 3 同样的方法实施了电流方向的确认和电腐蚀耐久实验。

[0133] 表 3 中表示实施例 3 和比较例 3 的测量结果。

[0134] [表 3]

[0135]

			比较例 3	实施例 3						
树脂厚			没有树脂 (0mm)	0.2mm	0.5mm	0.75mm	1.0mm	2.0mm	2.5mm	3.5mm
PBT 树脂	轴电压	V	35.2	9.9	7.9	6.2	5.9	2.7	3.0	3.1
	轴电压波形的朝向		朝上	朝上	朝上	朝上	朝上	朝上	朝下	朝下
	电流方向		内圈→ 外圈	内圈→ 外圈	内圈→ 外圈	内圈→ 外圈	内圈→ 外圈	内圈→ 外圈	外圈→ 内圈	外圈→ 内圈
	阻抗	K Ω	227	434	455	467	486	506	524	537
	电腐蚀耐久是 验结果	h	≤500	1000~ 1500	—	—	1500~ 2000	1500~ 2000	2000 ≤	—
SPS 树脂	轴电压	V	—	8.4	5.9	3.7	3.4	3.5	3.5	3.3
	轴电压波形的朝向		—	朝上	朝上	朝上	朝上	朝下	朝下	朝下
	电流方向		—	内圈→ 外圈	内圈→ 外圈	内圈→ 外圈	内圈→ 外圈	外圈→ 内圈	外圈→ 内圈	外圈→ 内圈
	阻抗	K Ω	—	446	469	490	516	536	543	554
	电腐蚀耐久是 验结果	h	—	1000~ 1500	—	—	1500~ 2000	2000 ≤	2000 ≤	—

[0136] 如从表 3 的结果所明确的那样,通过把转子做成绝缘构造,使轴电压小于等于 10V,能够使电腐蚀寿命达到现有的 2~3 倍左右。进而,通过使轴电压小于等于 6.5V,成为没有波形变形的状态,能够使电腐蚀寿命达到现有的 3~4 倍左右。

[0137] 进而,通过使电源导线与轴之间的阻抗大于等于 $520\text{k}\Omega$,转子一侧的阻抗变得比定子一侧的阻抗高,使电流的方向从轴承外圈向轴承内圈变化,由此能够使电腐蚀寿命成为 4 倍以上。即,在用绝缘树脂将用树脂绝缘的定子铁芯与定子绕组进行铸模一体成形的铸模电动机的情况下,地线与轴承架之间(定子侧)的阻抗是 $500\text{k}\Omega$ 左右。从而,通过使地线与轴之间(转子侧)的阻抗大于等于 $520\text{k}\Omega$,由于地线与轴之间(转子侧)的阻抗比地线与轴承架之间(定子侧)的阻抗高,因此能够使电流的方向从轴承外圈朝向轴承内圈。

[0138] (实施例 4)

[0139] 在实施例 4 中,将图 3 中表示的构造的旋转体和图 4 中表示的构造的旋转体分别更换为在实施例 1 中使用的同一的定子,按照与实施例 1 相同的方法,测量了轴电压。另外,以与实施例 2 相同的方法,实施了阻抗和轴电压的测量。

[0140] 另外,在形成电介质层 50 的绝缘材料中使用了 PBT 树脂。使树脂厚度的最小部分为 2.5mm ,在外侧铁芯 31a、内侧铁芯 31b 中分别设置了用于防止空转的突起。

[0141] (比较例 4)

[0142] 将在实施例 1 中制作的 PBT 树脂的 2.5mm 厚绝缘规格的轴电压、阻抗以及轴电位的测量结果作为比较例。

[0143] 表 4 中表示实施例 4 和比较例 4 的测量结果。

[0144] [表 4]

[0145]

			比较例 4	实施例 4	
			轴绝缘	分割铁芯绝缘	分割铁芯绝缘 +空隙
树脂厚			2.5mm	2.5mm	2.5mm
PBT 树脂	轴电压	V	3.0	3.3	3.5
	波形状态		没有波形变形	没有波形变形	没有波形变形
	阻抗	$\text{K}\Omega$	524	522	537
	轴电位		104	104	102

[0146] 如从表 4 的结果所明确的那样,即使将从图 5 表示的轴绝缘变更为图 2 所示的分割铁芯绝缘,通过做成不增加电极面积的铁芯形状,也能够使轴电压、阻抗以及轴电位为等同。

[0147] 另外,通过设置空隙 40 那样的空孔部,能够提高阻抗,降低轴电位。

[0148] 从这些结果可知,本发明的电动机与现有的电动机相比较,能够降低轴电压,提高阻抗,还能够降低轴电位,在防止发生电动机的轴承电腐蚀方面有极其出色的效果。

[0149] (实施方式 2)

[0150] 在本实施方式中,作为本发明中的电气设备的例子,说明空调室内机的结构。

[0151] 图 13 是模式地表示了作为本发明实施方式 2 中的电气设备的例子的空调室内机的结构的模式图。

[0152] 图 13 中,在空调室内机 210 的箱体内部搭载无刷电动机 201。在该无刷电动机 201 的轴上安装横流式风扇 212。无刷电动机 201 由电动机驱动装置 213 驱动。通过来自电动

机驱动装置 213 的通电,无刷电动机 201 旋转,与其相伴,横流式风扇 212 旋转。通过该横流式风扇 212 的旋转,将由室内机用热交换器(未图示)进行了空气调节了的空气向室内送出。这里,无刷电动机 201 例如能够适用上述实施方式所示的电动机。

[0153] 本发明的电气设备具备无刷电动机和搭载了其无刷电动机的箱体,作为无刷电动机采用了上述结构的本发明的电动机。

[0154] 在以上的说明中,作为本发明的电气设备的实施例,例举了搭载在空调室内机中的无刷电动机,但是当然也能够适用于其它电气设备中搭载的电动机,例如,在各种家电设备中使用的无刷电动机、或者各种信息设备中使用的无刷电动机、产业设备中使用的无刷电动机。

[0155] 在以上的说明中,本发明的电动机具备包括缠绕了绕组的固定铁芯的定子、包括与定子相对并沿着周向保持了多个永久磁铁的旋转体和以贯通旋转体的中央的方式连接旋转体的轴的转子、支撑轴的轴承、以及固定轴承的轴承架,是在轴与旋转体的外周之间设置了电介质层的结构。从而,通过设置在轴与旋转体的外周之间的电介质层,成为在低阻抗的转子中,等效地串联连接了基于电介质层的静电容量的结构,能够提高转子一侧的阻抗。其结果,能够使轴承内圈侧与轴承外圈侧的阻抗接近。由此,能够取得轴承内圈侧与轴承外圈侧的高频电位的平衡,能够防止发生由 PWM 等高频波产生的轴承的电腐蚀。从而,依据本发明的电动机,能够提供防止了轴承中的电腐蚀发生的电动机。另外,通过把本发明的电动机组装到电气设备中,能够提供具备防止了轴承中的电腐蚀发生的电动机的电气设备。

[0156] 另外,在实施方式 1 中,作为电介质层的形状,例举图 2 到图 5 表示的形狀的例子进行了说明,但也可以是其以外的形状,只要能根据电介质层的静电容量提高转子的阻抗即可。

[0157] 另外,例举在定子的内周一侧旋转自由地配置了转子的内转子型的电动机的例子进行了说明,而在定子的外周一侧旋转自由地配置了转子的外转子型的电动机,进而,在内外周两侧配置了转子的双转子型的电动机中,通过设置上述那样的电介质层,也能够得到同样的效果。

[0158] 产业上的可利用性

[0159] 本发明的电动机能够减少轴电压,在防止发生轴承的电腐蚀方面是适宜的。从而,在主要希望电动机的低价格以及高寿命的电气设备例如空调室内机、空调室外机、热水器、空气净化器等中搭载的电动机方面是有效的。

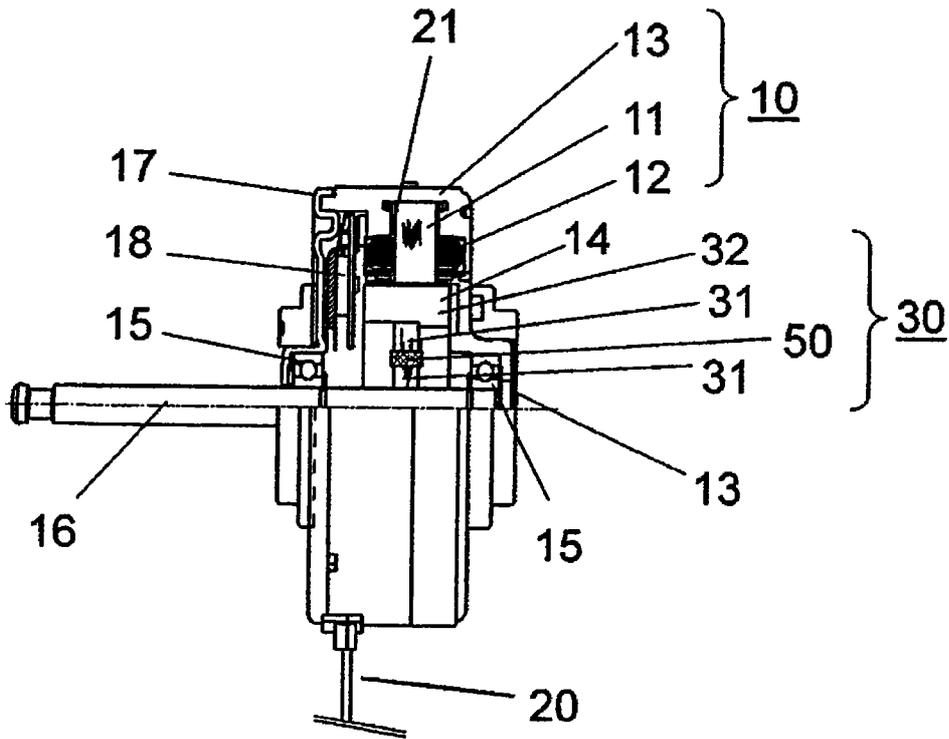


图 1

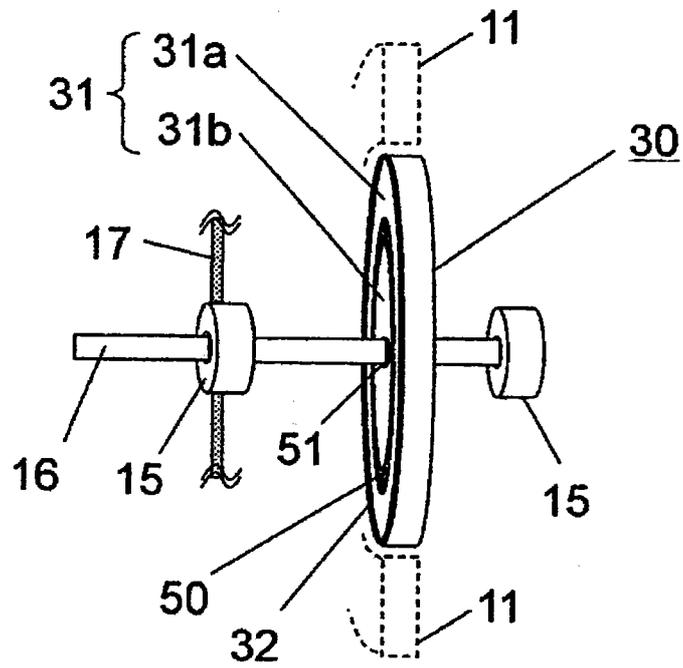


图 2

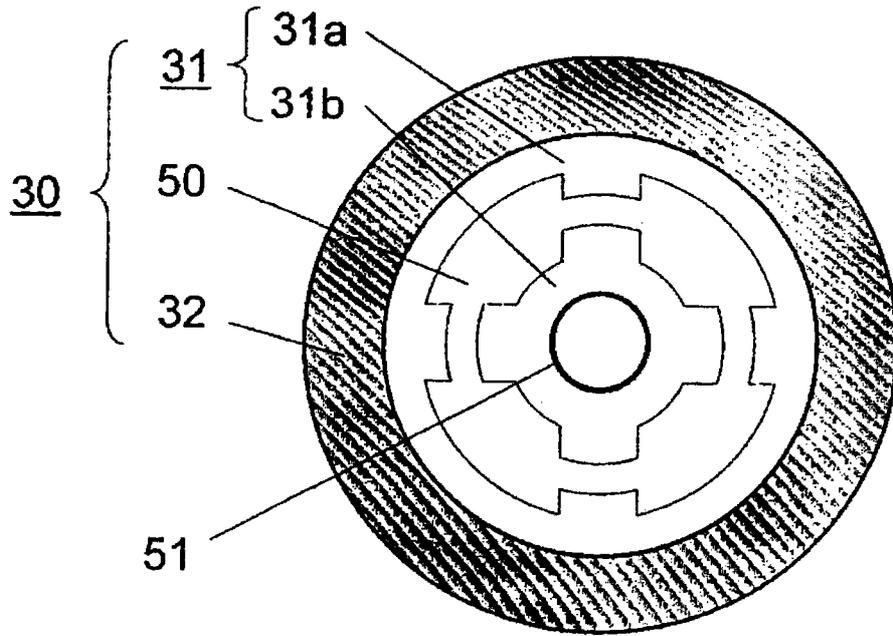


图 3

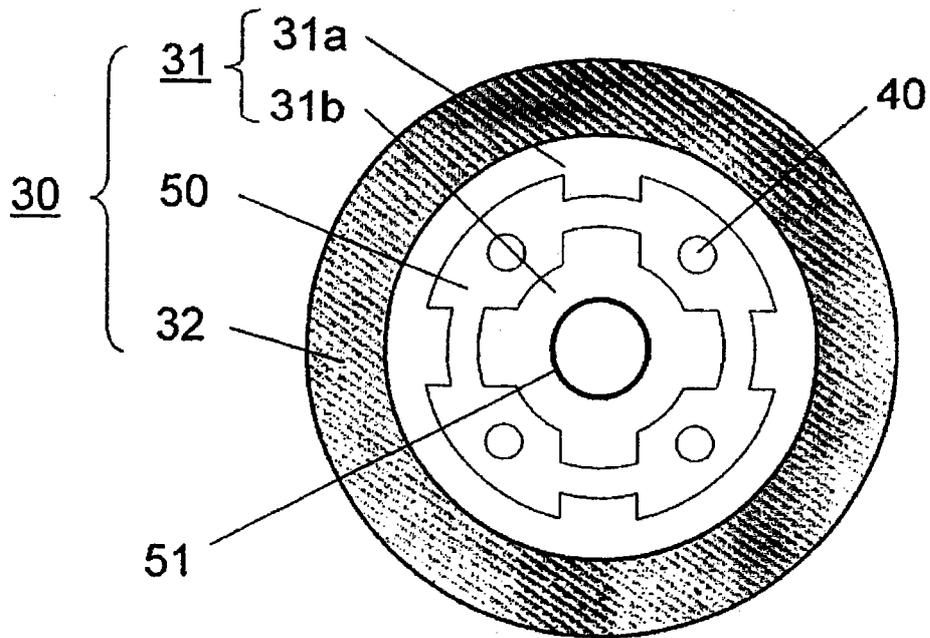


图 4

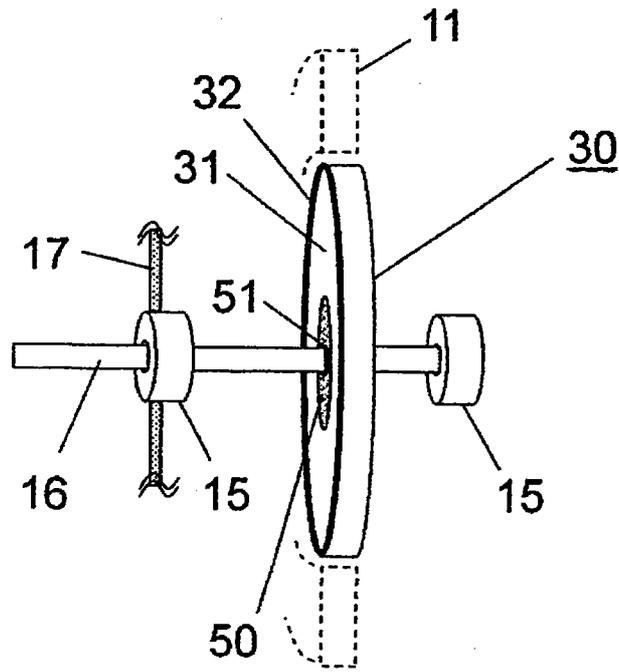


图 5

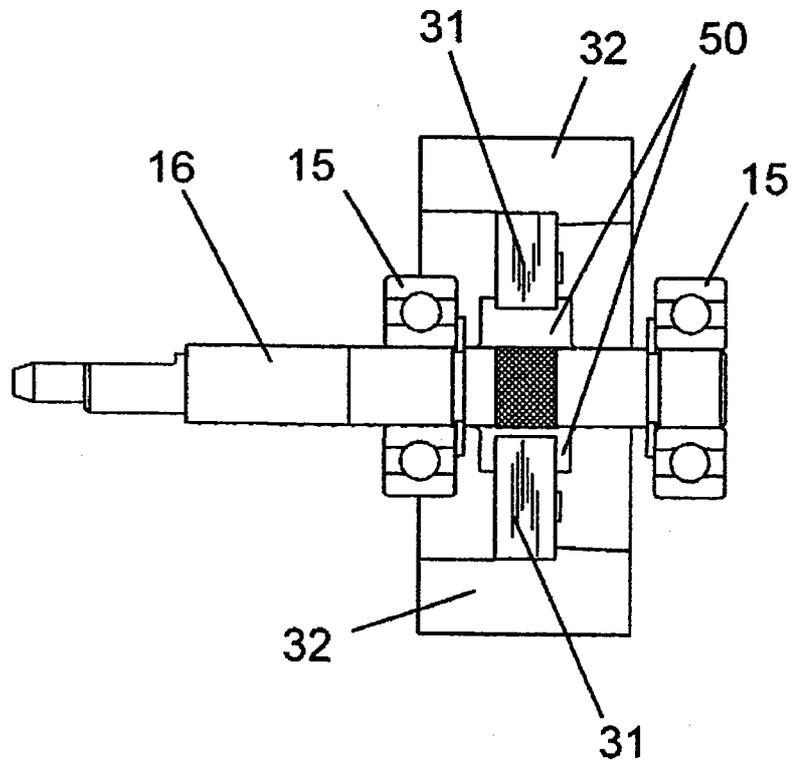


图 6

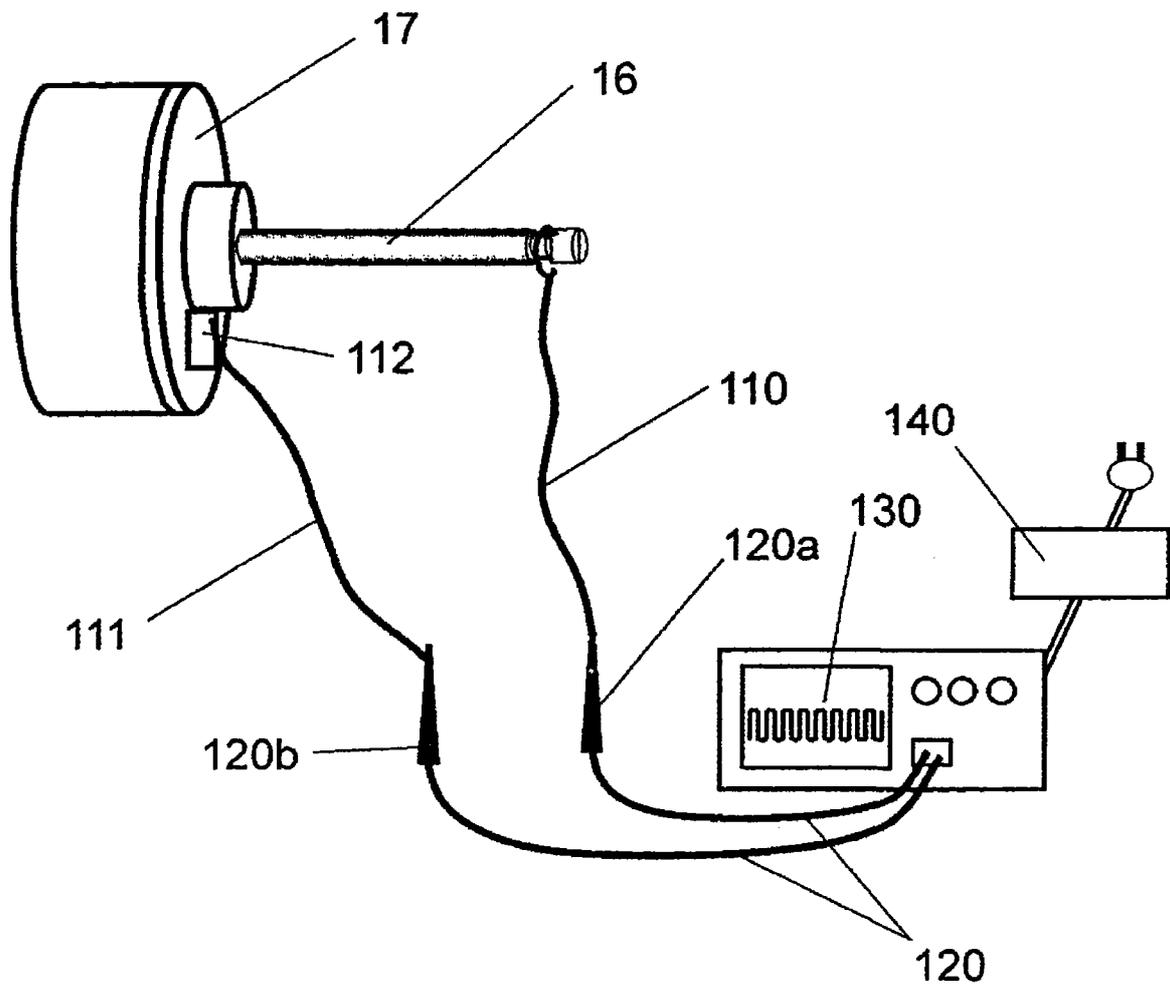


图 7

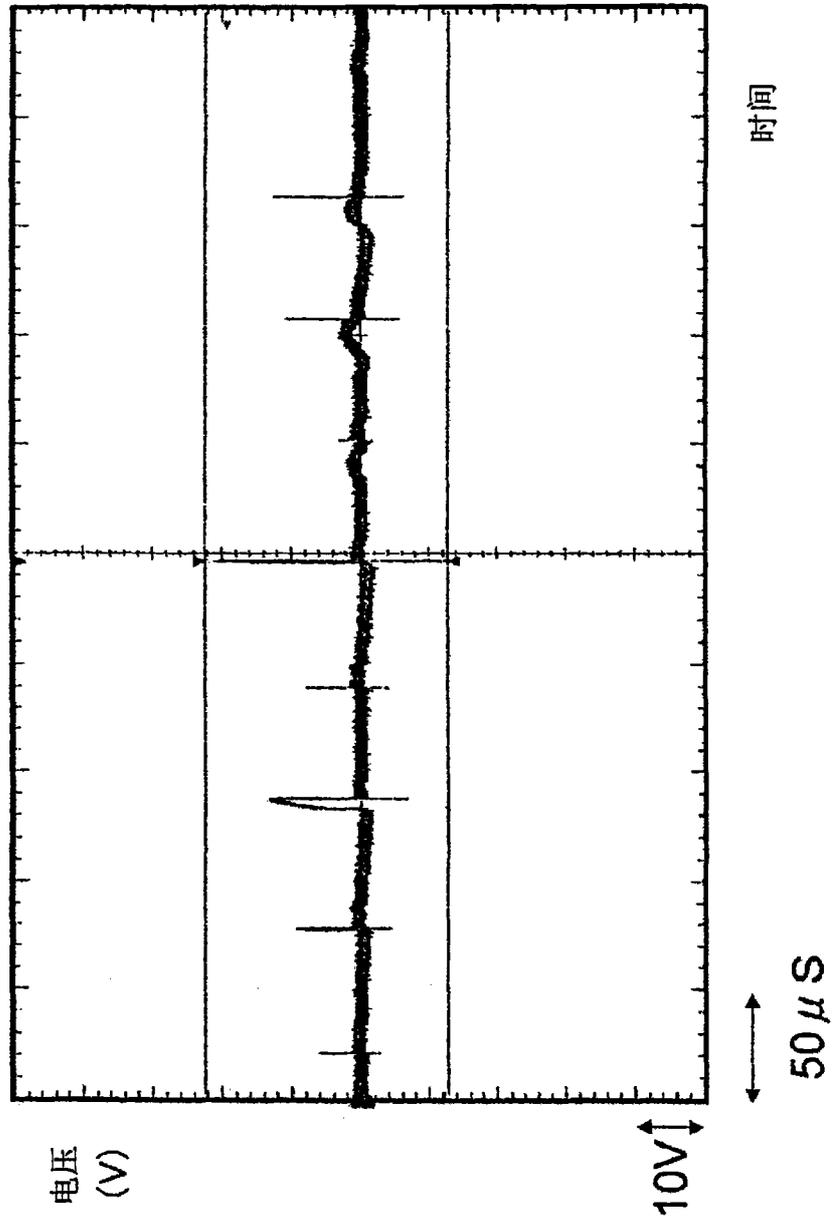


图 8

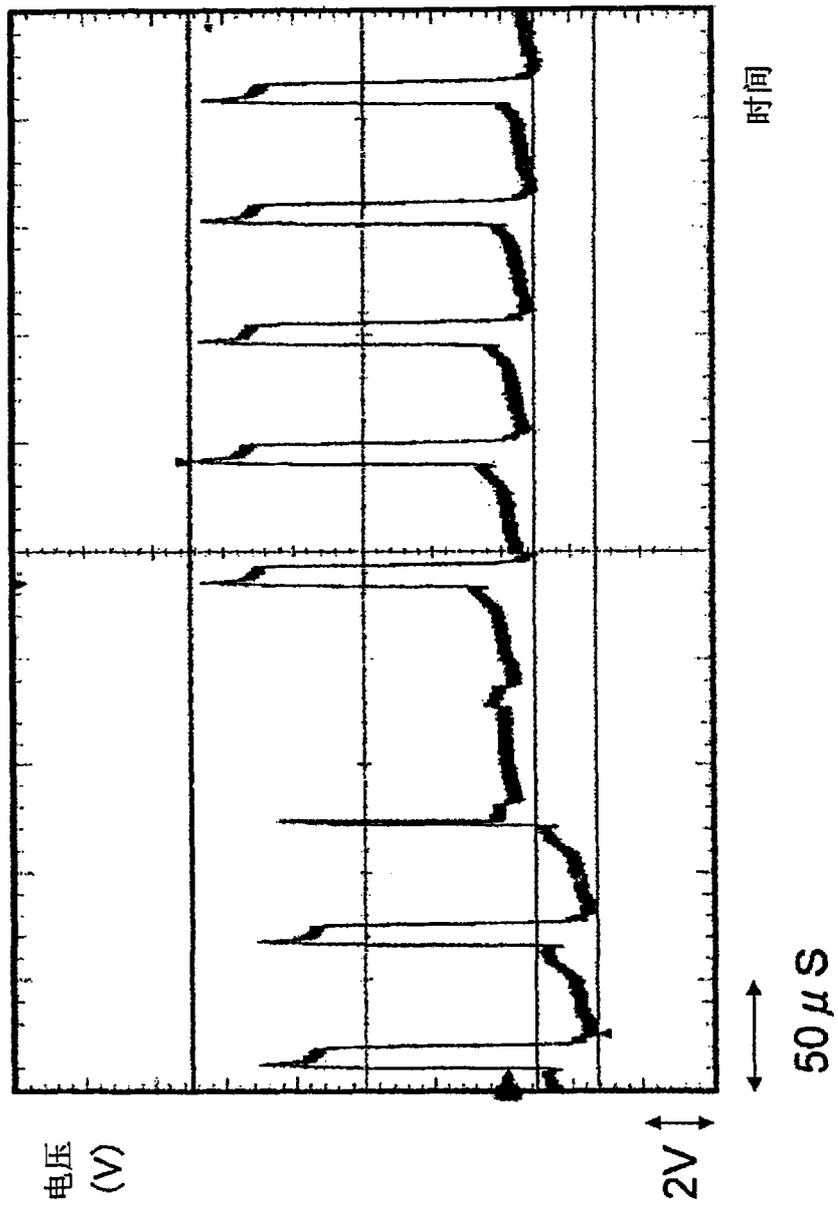


图 9

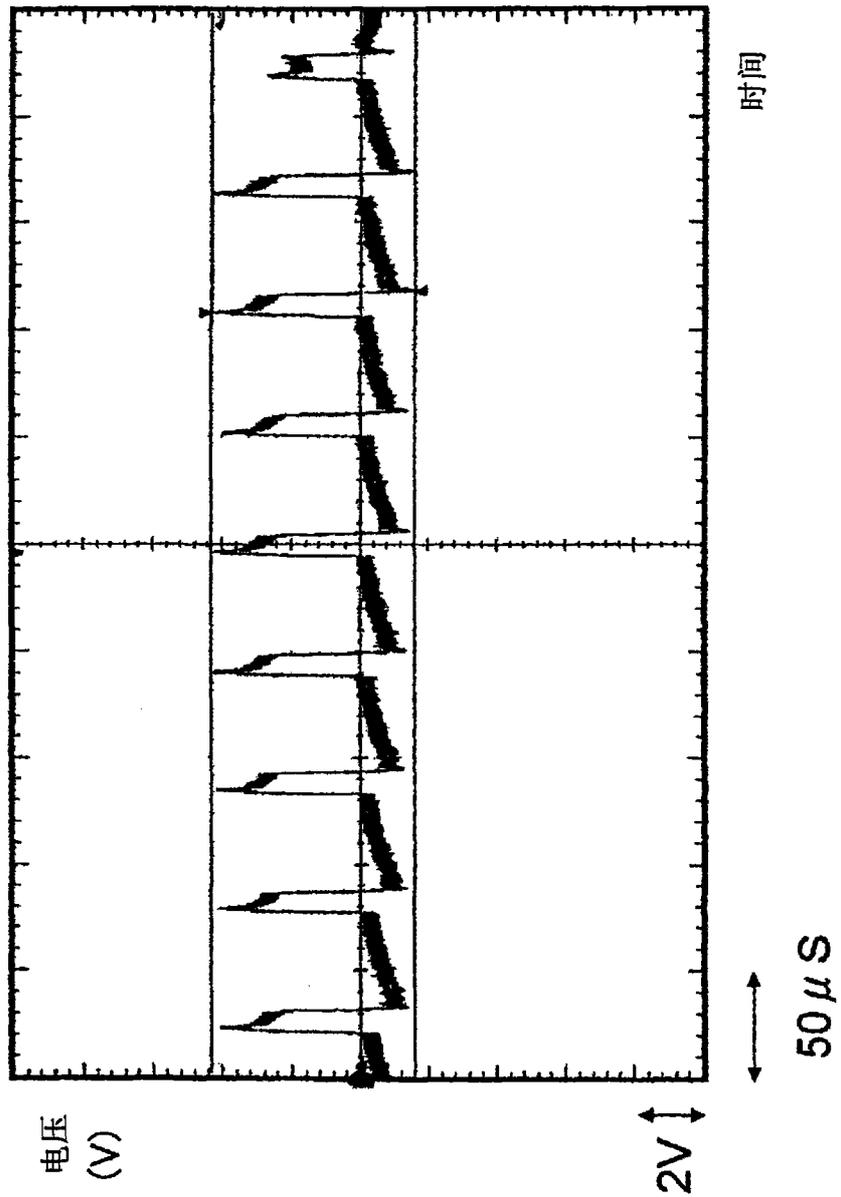


图 10

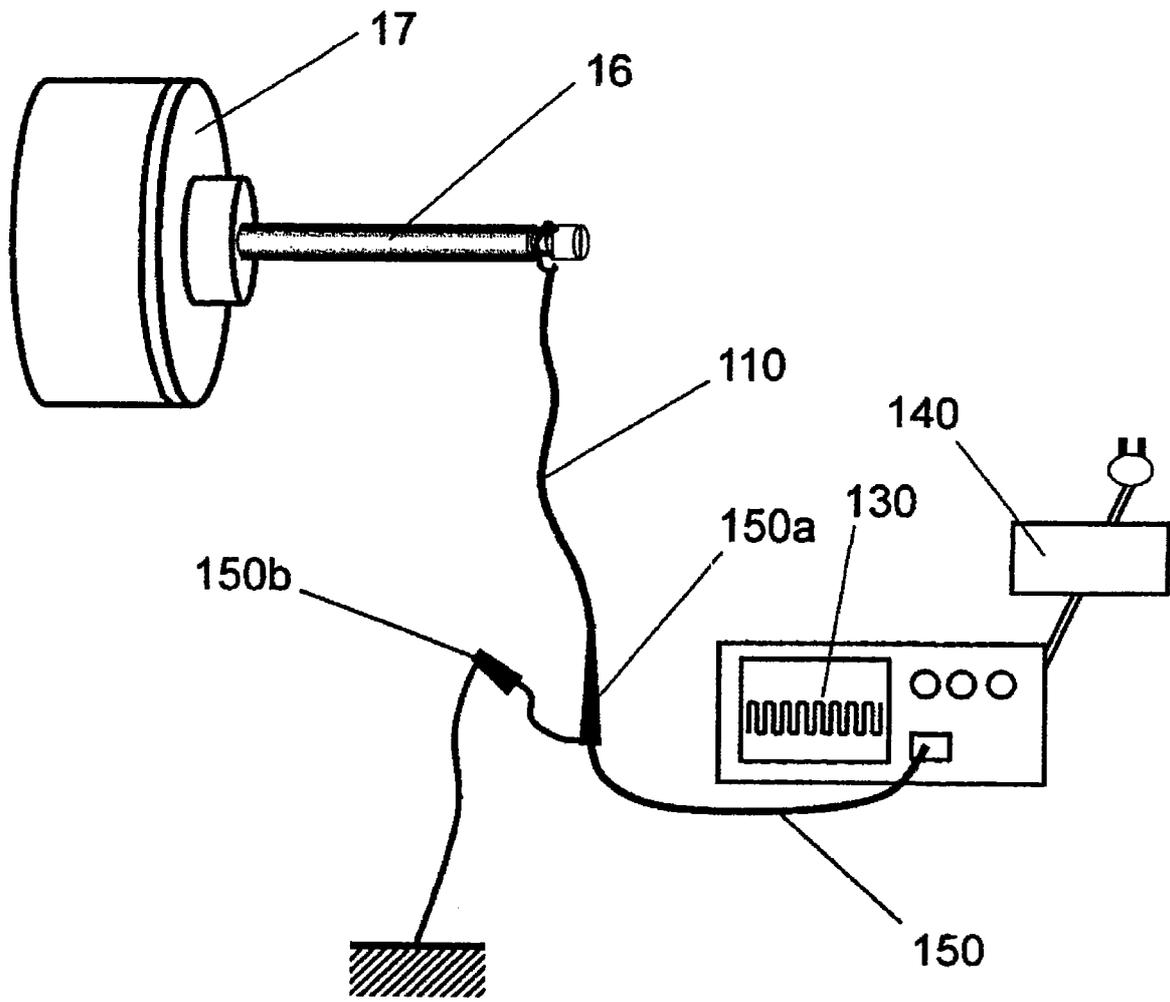


图 11

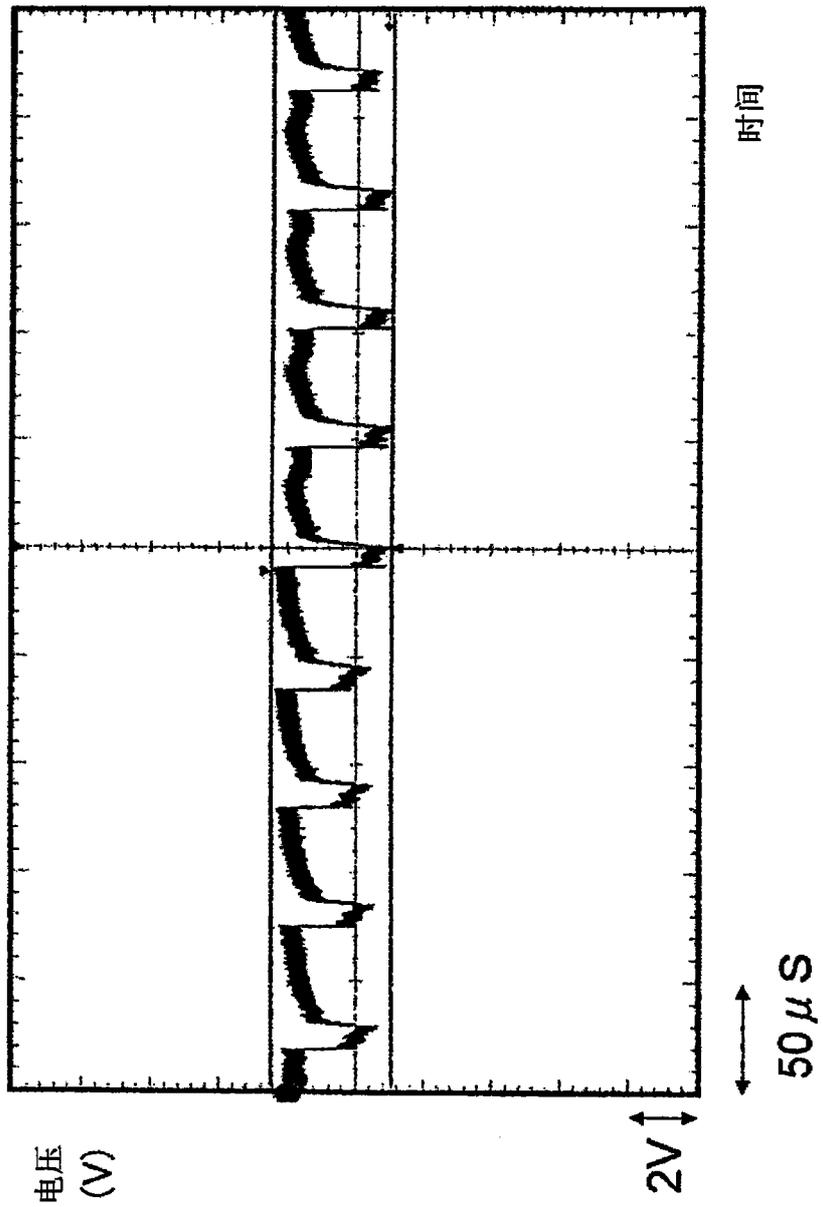


图 12

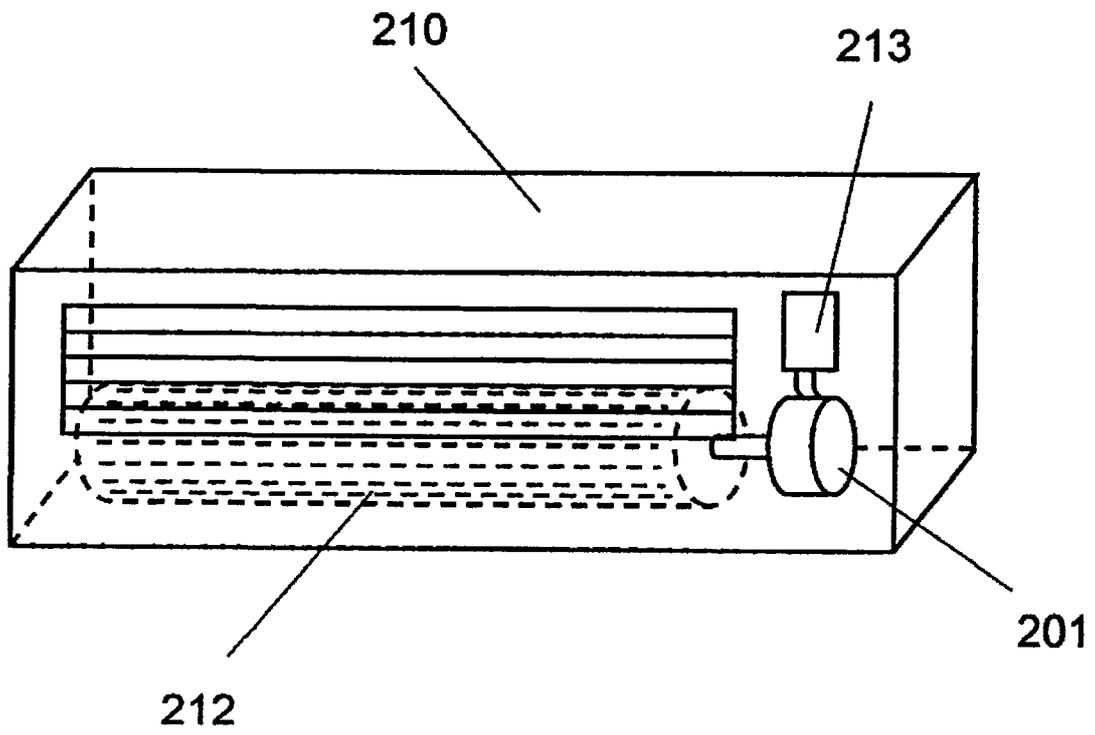


图 13